

# AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIAPLS DE MARIA DE LA SALUT

(01 de Juliol de 2015)

Pere Jordà Carbonell. Grau en enginyeria elèctrica per la EPSEVG

**Resumen:** L'objectiu del present projecte és fer més eficients energèticament alguns dels edificis municipals de la localitat de Maria de la Salut, Mallorca, com són l'ajuntament, l'escola i el poliesportiu. És realitzarà una auditoria energètica d'aquests, avaluant els consums i, posteriorment, es proposaran una sèrie de mesures que serveixin tant per estalviar econòmicament com per reduir el consum dels edificis auditats.

Ens hem centrat bàsicament amb fer el canvi de l'enllumenat tradicional a LED (tipus d'enllumenat més modern amb molt poc consum). Així hi tot hem pres altres mesures com la instal·lació de sensors, controladors automàtics de nivell de temperatura, etc.

Els resultats han estat prou satisfactoris i amb una inversió inicial no molt elevada el projecte és viable econòmicament. S'ha aconseguit disminuir les factures dels tres espais damunt del vint-i-cinc per cent. Cal destacar que es poden dur a terme les millores per separat, és a dir, el projecte està dividit en tres parts que són els dos edificis i el poliesportiu. Així, es podrà decidir si es realitza tota la inversió de cop o es decanta per fer-ho per separat ja que, per exemple, la inversió que s'hauria de fer al poliesportiu és molt més elevada que a les altres dues parts.

**Paraules clau:** Auditoria energètica, consum, energia, eficiència, enllumenat, LED, estalvi energètic, potència i factura elèctrica.

## I. NOMENCLATURA

PIB: producte interior brut.  
LED: Lighting emitting díode.  
P: període.  
kW: quilo watt.  
W: watt.  
h: hora.  
kWh: quilo watt hora.  
kvarh: quilo volt amper reactiu hora.  
PA: àrea principal.  
TA: àrea total.  
 $E_m$ : energia mitja.  
 $E_{min}$ : energia mínima.  
 $E_{max}$ : energia màxima.  
lx: lux.

H: altura.  
RD: real decret.  
VAN: valor actual net.  
TIR: taxa interna de retorn.  
 $V_t$ : tipus de caixa en cada període t.  
 $I_0$ : valor de la inversió inicial.  
N: número de períodes considerats.  
K: tipus d'interès.  
 $C_t$ : flux de caixa anual (en cada moment t).  
T: nombre d'anys.  
 $G_m$ : Irradiància global mitja sobre un pla fixe ( $W/m^2$ ).  
 $G_{min}$ : Irradiància global mínima sobre un pla fixe ( $W/m^2$ ).  
 $G_{max}$ : Irradiància global màxima sobre un pla fixe ( $W/m^2$ ).  
 $H_h$ : Irradiació sobre pla horitzontal ( $Wh/m^2/dia$ ).  
 $H_{(10)}$ : Irradiació sobre un pla amb la inclinació corresponent,  $10^\circ$  ( $Wh/m^2/dia$ ).

## II. INTRODUCCIÓ

El present projecte va sorgir per idea pròpia quan vaig realitzar una auditoria energètica del meu pis d'estudiants, a Vilanova i la Geltrú, a càrrec del professor Ramon Caumons a l'assignatura de Gestió de Sistemes Elèctrics de Potència, concretament a la part d'estalvi energètic i auditories. Vaig pensar que amb l'ajuda dels coneixement que havia après sobre auditories podia aconseguir que l'ajuntament del meu poble pagués menys en factures elèctriques i que aquest fos més eficient energèticament deixant així beneficiari a tota la població del meu treball final de grau (sempre havia pensat que el projecte que realitzés havia de tenir alguna utilitat, descartava fer un projecte perquè sí). És el municipi de Maria de la Salut, està ubicat al centre de l'illa de Mallorca i té uns 2.200 habitants.

Dins aquesta auditoria elèctrica s'han inclòs els tres edificis municipals més importants del poble. Es tracta de l'escola nova, construïda l'any 2011, el poliesportiu on l'any 2005 es van fer unes millores i el propi ajuntament, edifici construït l'any 1836 i remodelat a principi del segle.

Degut a que l'economia sempre m'ha despertat bastant interès, sabia que els ajuntaments tenen una bona part del

deute públic espanyol i això era un incentiu més per a fer el projecte el millor possible. Si es realitzessin auditories energètiques a tots els ajuntaments de tots els municipis d'Espanya, segur que el deute baixaria.

Ja que he mencionat el deute públic espanyol, anem a fer-ne un petit apunt. El 2015 era de 1.072.183 milions d'euros, va créixer uns 38 milions i mig des de 2014. Espanya està dins dels països amb major deute del món. Aquesta xifra suposa que el deute l'any 2015 va ser del 99,30% del PIB, una caiguda del 0,10 punts respecte a 2014. Dir també que Espanya està entre els països amb més deute respecte al PIB del món. El deute per càpita a Espanya a 2015, va ser de 23.045 euros per habitant i el 2014 de 22.172 euros, un increment de 873 euros per habitant. És interessant mirar enrere per veure que l'any 2005 el deute per persona era de 8.941 euros. Durant aquest 2016 s'ha conegut que el deute públic espanyol ha passat la barrera del cent per cent per PIB del país, fet que no passava des de fa un segle.

Aprofundint una mica més, he pogut saber que el deute de l'ajuntament de Maria de la Salut a dia 31 de Desembre de 2015 era de 303 mil euros, un 22% més que ara fa 4 anys.

Tot el que he dit anteriorment, fa que cada vegada vulgui ajudar més al meu poble ja que la situació del deute públic actual que tenim a Espanya és insostenible.

### III. AUDITORIA ENERGÈTICA

Però, que és una auditoria energètica? La norma europea UNE-EN-16247-1 ens la descriu com “una inspecció i anàlisi sistemàtics de l'ús i consum d'energia d'un emplaçament, edifici, sistema o organització amb l'objectiu d'identificar i informar sobre els fluxos d'energia i del potencia de millora de l'eficiència energètica”.

Les auditories energètiques es poden aplicar a qualsevol activitat que sigui consumidora d'energia, encara que és més recomanable per empreses i edificis que consumeixin l'energia d'un mètode poc eficient. Així el benefici i la rendibilitat de les inversions seran més elevades.

Al present projecte hauré realitzat la funció d'auditor energètic. Aquest haurà de posseir els coneixements necessaris per la realització de càlculs tècnics i econòmics, i la capacitat de realitzar les mesures.

El procés que s'hauria de seguir per poder realitzar una auditoria en bones condicions és el següent:

- Reunió inicial: per acordar els punts bàsics de l'auditoria.
- Recopilació de dades: L'auditor ha de recopilar amb l'organització les següents dades perquè l'auditoria sigui l'adequada segons les finalitats de l'auditoria.
- Treball de camp: L'auditor energètic ha d'inspeccionar els objectes auditats dintre de l'abast de l'auditoria.

- Anàlisi: A una auditoria energètica d'un edifici l'auditor energètic ha d'analitzar el potencial d'estalvi energètic d'acord amb l'abast i l'objectiu de la auditoria. Dins l'anàlisi trobarem un desglossament de tota l'energia distribuïda pel portador d'energia en temes de consum i cost.
- Informe: El format de presentació ha de tenir com a objectiu ser rellevant per al personal tècnic i per l'executiu. L'informe ha d'incloure recomanacions per a futurs mètodes de mesurament i verificació per a les intervencions de estalvi energètic proposades.
- Reunió final: l'auditor hauré de lliurar un informe de l'auditoria energètica, presentar els resultats de l'auditoria d'una manera que faciliti la presa de decisions per part de l'organització i explicar els resultats.

### IV. LA NOSTRA AUDITORIA

L'auditoria que realitzarem serà una auditoria elèctrica ja que ens hem centrat a com podem estalviar en el tema de l'electricitat. Un cop realitzada la reunió inicial, es van acordar els tres eixos més importants per la auditoria: reduir el consum d'energia i el seu cost, reduir l'impacte ambiental i complir amb la legislació.

També acordarem accés il·limitat a les instal·lacions i facilitat per obtenir documentació rellevant (factures, contractes amb les companyies elèctriques, etc).

Seguidament vaig passar a fer la corresponent recollida de dades i un exhaustiu treball de camp per completar així tota la informació necessària per poder realitzar de la millor manera possible l'auditoria energètica.

Durant tota l'auditoria, i com a millora global en els tres llocs auditats, ens hem centrat amb la il·luminació ja que creiem que és uns dels aspectes que amb poc esforç econòmic es pot treure molt de rendiment. Ens hem basat amb la instal·lació d'enllumenat LED, una nova forma d'il·luminació que està entrant en força al mercat d'avui en dia i que suposa un consum molt més baix que el tradicional. Davant de les bombetes incandescentes, suposen una gran millora però els llums halògenes també. A continuació exposarem una sèrie d'avantatges del LED davant la il·luminació clàssica:

- Fins a un 85% menys de consum.
- Molta més vida útil.
- Baixa emissió de calor.
- Mínim manteniment.

Com hem dit anteriorment, l'auditoria s'ha efectuat sobre tres edificis municipals de Maria de la Salut i han estat l'Ajuntament, l'escola i el poliesportiu. Aquests tres tenen la tarifa elèctrica 3.0A que es factura en tres períodes: P1 (punta), P2 (pla) i P3 (vall). Cada període correspon a una franja horària diària on el preu de la energia i la de la potència és diferent.

Seguidament, exposarem les tres auditories completes per separat i finalment tindrem unes conclusions globals.

#### A. L'Ajuntament

És un edifici construït l'any 1987 seguint l'estil mallorquí i intentant respectar l'essència de l'edifici antic. S'hi conserva tant l'estructura com la façana. Està compost per tres plantes i les diferents sales necessàries per el bon ús d'una casa de la vila, s'han hagut d'adaptar a l'espai original. Està situat al centre del poble, a la Plaça des Pou, punt neuràlgic de la vida quotidiana i vertebració d'activitats i festes.

##### 1) Recollida de dades:

Dins aquest apartat desglossarem l'energia distribuïda pel portador en termes de potència, consum i cost. S'aplicarà, l'inventari de la producció d'energia instal·lada in situ.

Està dividit per plantes, tal com la distribució real. Tenim, per tant, un consum mitjà al final de mes de 1550,1 kWh.

Pot. Instal·lada	kW	Consum	kWh
Il·luminació	1,994	Il·luminació	270,6
Climatització	13,5	Climatització	870,75
Altres	5,45	Altres	408,75

Com es pot observar, la climatització és la culpable d'una mica més de dues terceres parts del total de la potència instal·lada. Això és degut a que els aires condicionats són splits i tenen una potència elevada. Seguidament segueix la part "altres" que engloba els ordinadors i el termo (com a aparells més significatius). En darrer lloc, està la part d'il·luminació que just arriba al deu per cent del total de la potència instal·lada a l'ajuntament.

D'altre banda, a la part del consum, veiem que la climatització ha disminuït una mica ja que no tot el temps estan en marxa i, per tant, consumint. També observem que la il·luminació augmenta i es situa quasi al vint per cent del total del consum. Això es deu a que durant moltes hores la il·luminació està engegada, cosa que fa que el seu consum augmenti respecte a la potència instal·lada. Per finalitzar, l'apartat d'altres no consta cap canvi i segueix amb el vint-i-sis per cent del total

##### 2) Facturació energètica:

Dins aquest apartat inclourem les factures durant un any de l'energia elèctrica.

Amb una mitjana de 1549 kWh i 386 € cada mes, destacarem els mesos de Gener i Juliol com els que més consum tenen. El mes de Gener tenim un trenta per cent més de consum que la mitjana de l'any i el mes de Juliol un vint-i-dos per cent més. Això fa que siguin els mesos amb més diferència que es consumeix més. Bona part de la culpa és dels climatitzadors ja que per una banda a l'hivern es fan servir com a calefacció i en l'estiu com a aires condicionats. La resta de l'any degut a que el clima és més suau, no s'empra tant de temps la climatització i això fa que baixi el consum.

#### 3) Millores energia elèctrica:

Un cop realitzat l'estudi per saber quins són els principals elements que consumeixen més, presentarem una sèrie de mesures per fer més eficient l'edifici.

Així doncs, anirem anomenant i explicant una a una les millores que hem pres per disminuir el consum de l'ajuntament. Durant tota l'auditoria ens hem centrat amb la il·luminació ja que creiem que és uns dels aspectes que hem poc esforç econòmic es pot treure molt de rendiment. Així, les mesures que hem decidit aplicar a l'auditoria de l'ajuntament són les següents:

- Passar tota la il·luminació a LED: Amb aquests canvis, a la il·luminació hem passat de tenir una potència instal·lada de 1,994 a 1,002 kW i el consum ha passat de 270,6 a 114,33 kWh, un quaranta-dos per cent menys.
- Instal·larem un detector crepuscular a l'entrada i a la recepció. Serveix per connectar o desconectar la il·luminació al detectar el nivell de lluminositat fixat. Ens estalviarem fins un vint-i-cinc per cent del consum d'aquests llocs. Uns 16,3 kWh cada mes.
- Finestres més eficients, les finestres de la planta baixa, primera i segona planta es canviaran per posar finestres amb doble vidre i amb una capa intermèdia.
- Disminució potència contractada: al mes de setembre de l'any dos mil quinze es va dur a terme un estudi per saber si les potències contractes per l'ajuntament eren les que tocaven per el consum que tenia. Aquest estudi va resultar molt efectiu i es va poder baixar la potència contractada global que va passar de 68,85 a 48,466 kW. Així doncs, es va veure que hi havia un excés de potència contractada per part de l'ajuntament.
- Instal·lació d'un IntesisHome, sistema de control remot per sistemes d'aire condicionat. Aquesta mesura si es dur a terme de manera correcta (fixant així com toca els nivells de temperatura en que tindrem els aires, podem arribar a estalviar fins a un vint per cent del consum de climatització. Així ens estalviarem uns 160 kWh cada mes.
- Es duran a terme xerrades per intentar conscienciar al personal de l'ajuntament que l'eficiència energètica de l'edifici depèn en bona part de la seva actitud. Creiem que podem estalviar fins a un deu per cent si es millora l'actitud del personal.

#### B. L'escola

L'escola de Maria de la Salut és un edifici nou construït al 2010. La seva inauguració va ser a principis del 2011. És un edifici modern que disposa de 2.400 metres i té una capacitat per a 225 alumnes i consta de tres plantes. El centre es situa a la part est del municipi a la zona alta i al llinard del casc urbà.

### 1) Recollida de dades

Dins aquest apartat desglossarem l'energia distribuïda pel portador en termes de potència, consum i cost. S'aplicarà, l'inventari de la producció d'energia instal·lada in situ.

Tenim una potència instal·lada total a l'escola de 34,645 kW i un consum mensual de 2830,53 kWh.

Pot. Instal·lada	kW	Consum	kWh
Il·luminació	13,165	Il·luminació	1176,63
Aparells elèctr.	21,48	Aparells elèctr.	1653,9
Total escola	34,645		

Així doncs, veiem clarament que el pes dels aparells elèctrics és més gran que la il·luminació. Nosaltres però només ens centrarem amb l'apartat de la il·luminació.

### 2) Facturació energia elèctrica

Dins aquest apartat inclourem les factures durant un any de l'energia elèctrica.

Amb una mitjana de 7231,33 kWh i 1678,675 € cada mes, destacarem els mesos de Gener, Febrer i Setembre com els que han tingut més consum. Bona part del consum dels primers mesos de l'any es degut a la utilització de la calefacció. En el més de Desembre aquest no s'accentua tant ja que hi ha les vacances de Nadal i això fa que els dies de consum siguin menors. Pel que fa al mes de Setembre, l'inici de les classes i la utilització de l'aire condicionat serien les causes de l'elevat consum que té l'escola. Cal fer referència als mesos de l'estiu on un podria pensar que el consum hauria de ser menys elevat però això no és així ja que el professorat treballa fins ben entrat el Juliol i que l'equip directiu comença a preparar el curs vinent a final d'Agost. La utilització de l'aire condicionat degut a les altes temperatures de la temporada seria el principal consum que es tindria. També cal recordar que encara que no tinguis consum, cada més es paga pel concepte de terme de potència.

### 3) Millores energia elèctrica

Un cop realitzat l'estudi per saber quins són els principals elements que consumeixen més, presentarem una sèrie de mesures per fer més eficient l'edifici.

Així doncs, anirem anomenant i explicant una a una les millores que hem pres per disminuir el consum de l'escola. Durant tota l'auditoria ens hem centrat amb la il·luminació ja que creiem que és uns dels aspectes que hem poc esforç econòmic es pot treure molt de rendiment. Així, les mesures que hem decidit aplicar a l'auditoria de l'ajuntament són les següents:

- Totes les làmpades amb bombetes incandescentes i al·lògens les passarem a LED. Amb aquests canvis, a la il·luminació hem passat de tenir una potència instal·lada de 36,645 a 26,76 kW i el consum ha passat de 2830,53 a 2150,97 kWh. El consum ha baixat un vint-i-quatre per cent menys.

- Instal·larem un detector a les aules d'infantil i primària. Serveix per connectar o desconectar la il·luminació al detectar el nivell de lluminositat fixat. Així evitarem tenir la llum encesa quan no ens faci falta. Ens estalviarem fins un trenta per cent del consum d'aquests llocs. Ens estalviariem uns 120 kWh cada mes.
- Xerrades conscienciació alumnes: ja que l'escola és per alumnes d'infantil i primària, aquests per l'edat no tenen en ment que els llums no han d'estar encesos si hi ha suficient llum dins l'aula. Per això realitzare unes xerrades amb els alumnes intentant explicar lo important que és no tenir els llums encesos si no fa falta. Això suposaria un estalvi de, més o menys, 50 kWh cada mes.
- Disminució potència contractada: al mes de setembre de l'any dos mil quinze es va dur a terme un estudi per saber si les potències contractes per l'ajuntament i a l'escola eren les que tocaven per el consum que tenia. Aquest estudi va resultar molt efectiu i vam poder baixar la potència contractada global que va passar de 242,25 a 127,5 kW.
- Bateria condensadors: com hem pogut veure a l'apartat de facturació, cada més l'escola consumeix energia reactiva. Aquest fet suposa un recàrrec a les factures i simplement amb la instal·lació d'una bateria de condensadors es podria evitar aquest fet. Així ens evitariem el consum de 1635 kVArh de mitja que té l'escola cada mes i fariem disminuir el cost de la factura. Els corresponents càlculs per l'elecció de la bateria de condensador estan a l'annex.

## C. Poliesportiu

El poliesportiu està situat al nord del municipi just a una de les entrades al poble i disposa de camp de futbol, vestuaris, pista de tennis, de paddel i de squash. També compta amb dues piscines no-climatitzades, banys i pavelló esportiu semi-cobert i, a demés, té servei de bar i restaurant.

### 1) Recollida de dades

Dins aquest apartat desglossarem l'energia distribuïda pel portador en termes de potència, consum i cost. S'aplicarà, l'inventari de la producció d'energia instal·lada in situ.

Tenim una potència instal·lada de 94,22 kW i un consum mensual de 4377,916 kWh.

Pot. Instal·lada	kW	Consum	kWh
llu. Poli	43,586	llu. Poli	585,828
Bar	15,612	Bar	3425,1
Altres	35,019	Altres	366,988

Destacarem que, en quant a la potència instal·lada, el bar és on hi ha menys potència i en canvi és l'apartat on es consumeix més i amb molta diferència respecte els altres. Això és degut als frigorífics i conservadores que han d'estar

les 24 hores del dia en funcionament i els splits que estan bona part del dia en marxa (tan per l'hivern quan fa fred com a l'estiu que fa calor). En canvi, a l'altre extrem està la part de la il·luminació que representa quasi el cinquanta per cent del total de la potència instal·lada i només és tretze per cent del consum total.

## 2) *Facturació energia elèctrica*

Dins aquest apartat inclourem les factures durant un any de l'energia elèctrica.

Amb una mitja de 4036,92 kWh cada mes i un 923,89 € per mes destacarem que durant els mesos de Juliol i Agost, degut a que la piscina està oberta i la bomba de la depuradora es d'una potència elevada, l'augment és molt significatiu. A aquest fet s'hi ha d'afegir que els aires del bar estan bona part del dia en funcionament i això fa que encara més es disparin els consums. Destacar també l'augment significatiu que es produeix en el mes de Setembre, que és degut a la realització un torneig de futbol per la nit i fa que els focus estiguin més temps en funcionament que l'habitual.

La resta de l'any, entre Gener i Juny, veiem que el consum és relativament baix respecte a partir del Juliol. Això es deu a que la participació en espais esportius (excepte el camp de futbol) és menys elevat que a l'estiu.

El camp de futbol a l'hivern, la majoria d'equips que entrenen a les instal·lacions són menors i fa que entrenin a la tarda i no calgui l'encesa de llums.

## 3) *Millores energia elèctrica*

Un cop realitzat l'estudi per saber quins són els principals elements que consumeixen més, presentarem una sèrie de mesures per fer més eficient l'edifici.

Així doncs, anirem anomenant i explicant una a una les millores que hem pres per disminuir el consum del poliesportiu. Durant tota l'auditoria ens hem centrat amb la il·luminació ja que creiem que és uns dels aspectes que hem poc esforç econòmic es pot treure molt de rendiment. També hem tingut l'idea d'incorporar la fotovoltaica com a mesura molt interessant que explicarem amb més detall. Així, les mesures que hem decidit aplicar a l'auditoria de l'ajuntament són les següents:

- Totes les làmpades amb bombetes incandescentes i al·lògens, els fluorescents i els focus les passarem tot a LED. Amb aquesta mesura, passem de tenir un consum en il·luminació de 434,63 a 175,63 kWh mensuals. Suposaria quasi un seixanta per cent menys de consum en tema il·luminació.
- Bar: com hem vist abans, el pes que té el bar dins el consum total del poliesportiu és molt elevat. Per poder combatre aquest fet instal·larem Controlador universal de IntesisHome per evitar així l'excés de consum dels splits. Així podríem estalviar fins a un vint per cent durant els mesos on fa més calor o més fred que suposaria uns 175 kWh cada mes. També s'ha de fer referència a que canviarem tota la il·luminació a LED que està englobada a l'apartat anterior. Una altre mesura que es podria efectuar seria el canvi de tots els electrodomèstics d'una classificació energètica superior. Aquesta situació no la tindrem en compte ja que s'haurien de canviar tots els electrodomèstics i el cost seria molt elevat.
- Camp de futbol: a l'hora de fer les substitucions dels focus que hi havia instal·lats pels de LED ens vam adonar que no complia amb la normativa vigent. Gràcies al programa Dialux hem pogut realitzar una simulació que ens permetés comprovar que ara sí compleix amb la normativa. Amb l'ajuda del programa Dialux i del catàleg de Phillips que es pot adherir al programa hem decidit que s'instal·laran vint-i-quatre focus de mil watts repartits en sis torres de dotze metres que ja estan construïdes a l'actual camp. Així en comptes de tenir divuit focus amb una potència total de vint-i-dos coma vuit quilo watts tindrem vint-i-quatre focus amb una potència total de vint-i-quatre quilo watts. El projector LED que seria l'equivalent a l'escollit és de la marca Autosolar i té una potència de 400W enfront als 1000W que teníem. Una vegada fet els canvis per focus LED la potència instal·lada al camp de futbol és de nou coma sis quilo watts. El consum també serà molt menys i passarem dels tres-cents seixanta quilo watts per hora a cent quaranta quatre. Per tant, ens estalviem dos-cents setze quilo watts per hora.
- Pista de tennis: a l'hora de fer les substitucions dels focus que hi havia instal·lats pels de LED ens vam adonar que no complia amb la normativa vigent. Gràcies al programa Dialux hem pogut realitzar una simulació que ens permetés comprovar que ara sí compleix amb la normativa. Amb l'ajuda del programa Dialux i del catàleg de Phillips que es pot adherir al programa hem decidit que s'instal·laran quatre focus de mil watts repartits en quatre torres de dotze metres que ja estan construïdes a l'actual pista. Així en comptes de tenir vuit focus de quatre cents quilo watts i amb una potència total de tres coma dos quilo watts tindrem quatre focus amb una potència total de quatre quilo watts. El projector LED que seria l'equivalent a l'escollit és de la marca Autosolar i té una potència de 400W enfront als 1000 d'abans. Així, una vegada fet els canvis per focus LED la potència instal·lada a la pista de tennis és de u coma sis quilo watts. El consum també serà molt menys i passarem dels trenta-sis quilo watts per hora a catorze coma quatre. Per tant, ens estalviem vint-i-un quilo watts per hora.
- Amb les mesures per estalviar energia elèctrica que hem dut a terme, l'augment de potència que es va dur a terme l'Octubre de l'any passat ja no faria falta perquè hem aconseguit disminuir 10 kW la potència instal·lada de tot el poliesportiu.
- Instal·lació fotovoltaica: la mesura més interessant seria de la fer una instal·lació fotovoltaica però, de

moment, té el problema que el govern ha imposat un impost a l'energia solar i això fa que no sigui viable. Seria una gran opció per si deroguessin el Reial Decret 900-2015 d'autoconsum el quan posa molts d'impediments a la construcció de instal·lacions fotovoltaïques. A l'apartat d'annexes hi haurà els càlculs de la instal·lació fotovoltaïca que aniria instal·lada damunt la coberta sud del pavelló. Amb aquesta instal·lació creiem que seria possible que tot l'espai de poliesportiu, menys el bar (que l'explota un particular) fos autònom i no hauria de consumir energia de la xarxa elèctrica.

- Bateria de condensadors: com hem pogut veure a l'apartat de facturació, cada més el poliesportiu consumeix energia reactiva. Aquest fet suposa un recàrrec a les factures i simplement amb la instal·lació d'una bateria de condensadors es podria evitar aquest fet. Així ens evitaríem el consum de 675 KVarh de mitja i faríem disminuir el cost de la factura. Els corresponents càlculs per l'elecció de la bateria de condensador està a l'annex.

#### D. Estudi econòmic

##### 1) Pressupost

El pressupost total per les inversions que hauríem de realitzar si es dugués a terme l'auditoria és de 26.654,07€.

##### 2) Viabilitat econòmica

Degut a que el total de la inversió és de 30.000€ s'ha demanat un crèdit bancari al 0,5% (interès dels ajuntaments) a 20 anys.

Durant els primers 20 anys es va estalviant poc a poc tret dels anys que hauríem de canviar tot l'enllumenat actual (té una vida útils d'uns 6 anys enfront als 20 que té el LED) on estalviem una mica més. Un cop passat aquests 20 anys, l'estalvi ja seria total i d'uns 1700€ anuals.

Per comprovar si el nostre projecte és viable econòmicament, hem calculat dos paràmetres econòmics que ens facilitaran aquesta informació. Són el VAN i el TIR. El VAN (Valor actual net) és un mètode de selecció d'inversions de tipus dinàmic. Si el VAL és positiu serà aconsellable realitzar el projecte ja que seria viable econòmicament. Així, el nostre VAN és d'uns 3.897,33 € cosa que fa viable econòmicament el nostre projecte.

Per altra part, tenim el TIR (la taxa interna de retorn) que mesura la rendibilitat al venciment d'una inversió en forma de taxa anual. És aquella taxa d'interès,  $r$ , que fa que el valor actual net d'un projecte d'inversió sigui igual a 0. Així, el nostre TIR és d'un 4%. Com que l'interès del nostre projecte és del 3% i el TIR ens surt més gran, aleshores és interessant realitzar el projecte. Com a punt final, dir que el pay-back seria de quasi dotze anys.

#### V. NORMATIVA

Les diferents normatives que s'han emprat al llarg del present projecte són les següents:

- UNE-EN-16247-1-Requisits generals a una auditoria.
- UNE-EN-16247-2-Edificis.
- UNE-EN-12193-II-luminació espais esportius.
- Decret Autoconsum Illes Balears

#### VI. CONCLUSIONS

Una vegada realitzat el projecte, puc dir que estic molt satisfet de com ha anat ja que l'objectiu principal era proposar una sèrie de mesures que ajudessin a no pagar tant per les factures d'electricitat del meu poble. Així doncs, podem extreure les següents conclusions:

- La principal és que el projecte és viable econòmicament cosa que hem fa sentir molt satisfet pel treball realitzat.
- Hem aconseguit disminuir un 15% el cost de les factures elèctriques.
- Una de les conclusions a tenir en compte, en la part del poliesportiu, és que el bar tot sol consumeix damunt un 80% del consum total i molt d'aquest consum es per culpa dels frigorífics i conservadores. Això fa que sigui mal de fer tenir un gran estalvi ja que es poden fer moltes poques coses per disminuir el consum.
- També s'ha vist reduït la potència instal·lada per cada un dels espais. Això fa que es pugui dur a terme un estudi per veure si seria possible disminuir la potència contractada que hi ha. Aquesta seria una altra mesura que es podria dur a terme una vegada realitzat els canvis.
- Encara que la inversió al poliesportiu, degut a que s'ha augmentat la potència instal·lada al camp de futbol i la pista de tennis per així complir amb la normativa UNE-EN-12193-II-luminació espais esportius, pensem que és una bona inversió ja que, com acabem de dir, abans no es complia la corresponent UNE i ara sí.
- Al final ens hem decantat per no realitzar la instal·lació fotovoltaïca al poliesportiu degut a la legislació vigent (on es carrega un impost a una energia totalment renovable) però pensem que això canviarà als propers anys i desitgem que es dugui a terme la instal·lació perquè la inversió s'amortitzaria molt ràpid.
- Hem de dir també, que la part de l'ajuntament i l'escola, una vegada feta la inversió, amb molts pocs anys ja se li podrà treure rendiment.

#### VII. AGRAÏMENTS

Primer de tot volia agrair a la meua família perquè sense ells no hagués pogut tirar endavant aquest projecte. Quan he passat per mals moments ells sempre han estat al meu costat i m'han ajudat a seguir, inclús amb més força que abans.

Agrair a l'Ajuntament de Maria de la Salut per la seva disponibilitat i per totes les facilitats que m'han donat des del primer moment que vaig proposar aquest projecte. També agraeixo a tots els professors que he tingut durant aquesta etapa d'universitat ja que sense ells ara no tindria els coneixements tècnics que tinc ara. En especial voldria fer èmfasi a les ganes que hi ha posat el meu tutor el professor

Ramon Caumons que m'ha estat de gran ajuda per la elaboració d'aquest projecte. Ell hem va fer veure que amb les auditories energètiques es podien fer moltes coses i totes elles de profit.

I finalment, agrair a tots els companys i amics de la universitat que m'han ajudat a suportar el dia a dia i han fet que sigui més bo de fer estar lluny de la família i amics de tota la vida.

Per descomptat gràcies a l'Escola Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú i tots els membres que formen part d'ella. Ha estat un plaer gaudir d'aquests anys amb vosaltres i, especialment, els darrers mesos.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Durant el procés d'elaboració del projecte s'han consultat diverses pàgines web:

- OSRAM
- PHILIPS
- Ministeri d'Interior
- Caib Balears
- Ministeri d'educació, cultura i esports

## IX. ANNEXOS

*A. Instal·lació fotovoltaica*

*B. Càlcul bateries condensadors*

*C. Resultats Dialux*

*D. Catàlegs*